

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 1 091 167 A2**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**11.04.2001 Patentblatt 2001/15**

(51) Int Cl.7: **F21V 13/02**, G08G 1/095  
// F21W111:00, F21Y101:02

(21) Anmeldenummer: **00890305.6**

(22) Anmeldetag: **09.10.2000**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(72) Erfinder:  
• **Silhengst, Franz Ing.**  
3004 Ollern (AT)  
• **Otto, Alexander, Dipl.-Ing.**  
2102 Bisamberg (AT)

(30) Priorität: **08.10.1999 AT 171799**

(74) Vertreter: **Patentanwälte  
BARGER, PISO & PARTNER  
Mahlerstrasse 9  
Postfach 96  
1015 Wien (AT)**

(71) Anmelder: **SWARCO FUTURIT  
Verkehrssignalsysteme Ges.m.b.H.  
3300 Amstetten (AT)**

### (54) Signalgeber mit LED-Reihen

(57) Es wird ein Signalgeber in LED-Technik vorgestellt, welcher durch Kombination zweier bereits bekannter Bauweisen besondere Vorteile bezüglich Helligkeit, Lichtverteilung und visuellem Erscheinungsbild bietet.

Auf einer Leiterplatte (1) sind LED (2) in Form von kurzen horizontalen Reihen (3) in einem Hexagonalraster angeordnet. Diesen ist eine transparente Kondensorplatte (4), auf welcher untereinander gleiche Kondensoren (5) in Fresnelbauweise lückenlos aneinandergrenzen, im Abstand der Brennweiten (F) vorzugsweise zentrisch vorgesetzt. Hierdurch werden die Lichtbündel (6) im Vertikalschnitt des Aufrisses parallel ausgerichtet, in horizontaler Richtung ergibt sich eine Divergenz (D). Ein vorgelagertes Lamellengitter lässt das Nutzlicht in bekannter Weise weitgehend unbehindert durch und absorbiert auf seiner schwarzmaten Oberseite von schräg oben einfallendes Sonnenlicht. Die Optik wird vorne von einer Streuscheibe (8) mit bekannter Anordnung von Streuelementen (8a) zur Erzielung der vorgeschriebenen Lichtverteilung abgeschlossen. Hinten positioniert ein Gehäuse (9) Kondensorplatte (4) und Leiterplatte (1) zueinander. Es weist Durchbrüche (10) auf, durch welche die LED (2) ihr Licht senden.

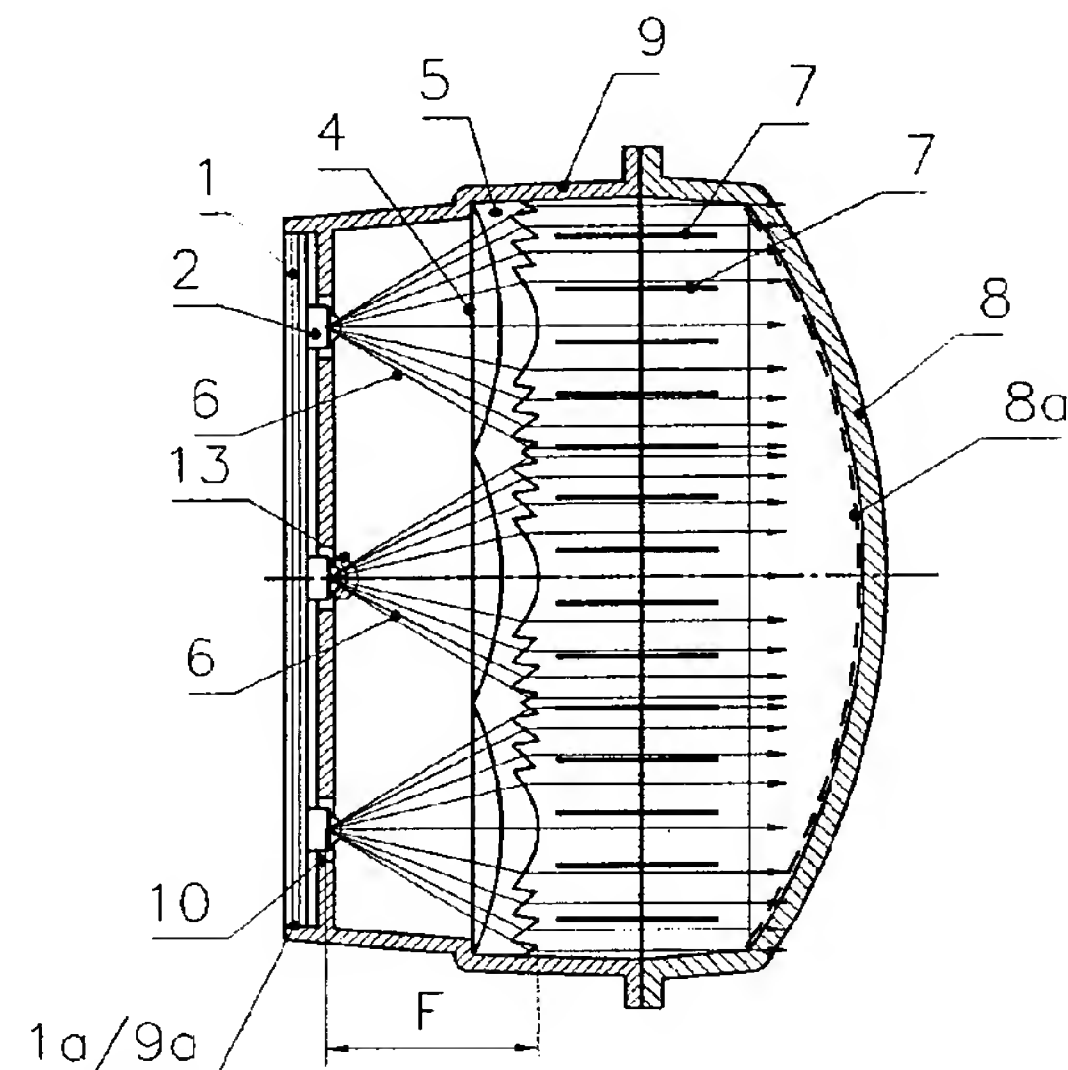


Fig. 1b

EP 1 091 167 A2

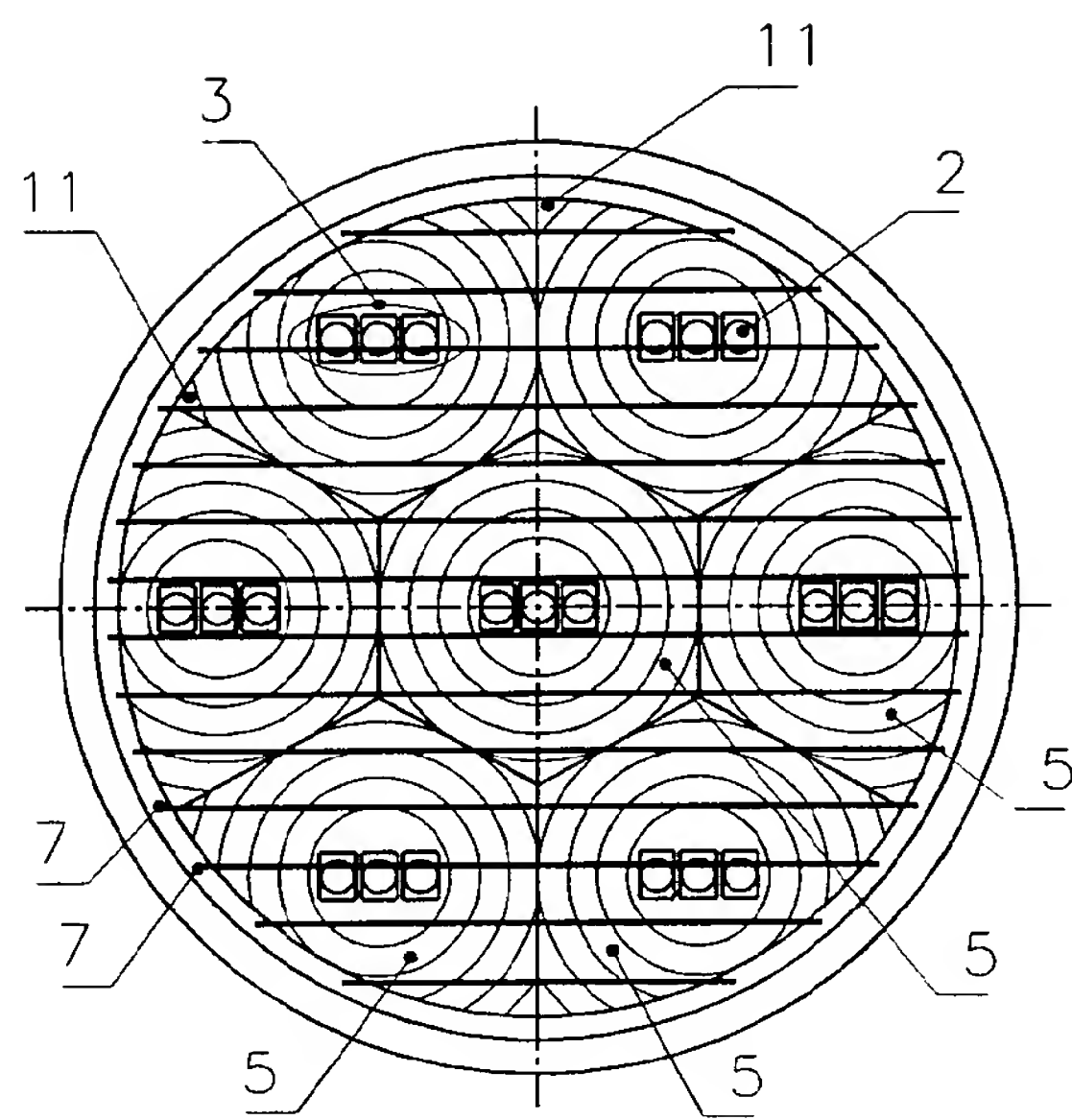


Fig. 1c

## Beschreibung

**[0001]** Seit es gelungen ist, Leuchtdioden (LED) mit in der Signaltechnik vorgeschriebenen Lichtfarben herzustellen, wird versucht, damit Signalgeber wie Verkehrsampeln oder Eisenbahnsignale herzustellen. Mittlerweile haben sich einige Bauformen durchgesetzt, welche jedoch oft gravierende Nachteile aufweisen, insbesondere ist es bislang nicht möglich gewesen, die europäischen Normen für Signalgeber in anspruchsvollen Ausführungen bezüglich Helligkeit, Lichtverteilung und Phantomlicht (das ist die Vortäuschung eines eingeschalteten Signallichts durch einfallendes Sonnenlicht) zu erfüllen. Darüber hinaus lässt das Erscheinungsbild des leuchtenden Signals in vielen Bauformen im Vergleich zu den bisherigen Glühlampen-Signalen zu wünschen übrig. Ursache dieser Mängel ist einerseits die Notwendigkeit, das Signalbild aus vielen einzelnen LED aufzubauen, andererseits der Preis der LED, der eine möglichst sparsame und effektive Verwendung nahelegt, drittens die Annahme, dass für LED-Signale die bestehenden Normen nicht vollinhaltlich anzuwenden oder neue Normen festzulegen seien. Insbesondere herrscht jedoch bezüglich des Phantomlichts eine allgemeine Unkenntnis der Sachverhalte sowohl bei Kunden, als auch vielen Herstellern, welche oft Kleinbetriebe ohne entsprechende optische Fachkenntnisse sind, aber auch, weil die Phantomlichteigenschaften nur bei einem niedrigem Sonnenstand und frontaler Beleuchtungsrichtung erkennbar werden.

**[0002]** Eine hohe Lichtstärke erfordert eine LED-Anordnung, welche eine möglichst genaue Lichtanpassung an die Verteilungsvorschriften erlaubt, um die vorhandene Lichtmenge optimal auszunützen. Weil die Lichtabstrahlung praktisch aller LED nicht mit der vorgeschriebenen Lichtverteilung übereinstimmt, müssen entweder unverhältnismäßig mehr LED verwendet werden, um im gesamten Verteilungsbereich ausreichend Licht zu bekommen, oder Zusatzoptiken vorgesehen werden.

**[0003]** Für ein gutes Erscheinungsbild ist eine homogen leuchtende Fläche anstelle einer aus einzelnen Lichtpunkten oder Lichtstreifen zusammengesetzten Scheibe erforderlich, sowie ein optischer Aufbau, der bei Ausfall einer einzelnen oder einer Reihe von LED je nach der elektrischen Beschaltung weder auffällige noch mißverständliche Dunkelzonen im Lichtbild oder in der Lichtverteilung entstehen lässt.

**[0004]** Die Größe des Phantomlichtes wird in Europa durch das Verhältnis von Nutzlicht zu Phantomlicht qualifiziert und in Klassen eingeteilt, nach einer deutschen Norm darf das Phantomlicht absolut festgelegte Werte nicht überschreiten. In beiden Fällen muß jedoch das Summenlicht aus Signal- und Phantomlicht die vorgeschriebenen Lichtfarben für Signallichter einhalten.

**[0005]** Die Vorgaben betreffend der Lichtfarbe des Summenlichtes können durch ein Einfärben der Abschlußscheibe erfüllt werden, wodurch auch das Phan-

tomlicht in einem sehr viel höheren Maß als das Nutzlicht reduziert wird. Weitere Maßnahmen zur Absenkung des Phantomlichtes, wie sie bisher bekannt sind, setzen einen nahezu homogenen, parallelen Strahlengang innerhalb der Optik voraus, wie er auch bisher durch einen Parabolreflektor mit einer möglichst punktförmigen Lichtquelle erzeugt wurde, in welchen Lamellen oder Lichtraster eingesetzt sind, oder sie fokussieren das Nutzlicht auf kleine Öffnungen, welche in einem definierten Raster in einer schwarmatten Blende angebracht sind, welche das einfallende Sonnenlicht größtenteils absorbiert. Darüber hinaus existieren weitere Möglichkeiten für herkömmliche Signale mit einer einzelnen punktförmigen Lichtquelle, welche hier nicht von Relevanz sind.

**[0006]** Ein weiteres Beurteilungskriterium ist die Gesamtbautiefe. Je geringer, umso mehr Gestaltungsmöglichkeiten ergeben sich für den Signalgeber selbst, aber auch umso mehr zusätzliche Bauelemente wie Detektoren und Steuerungen lassen sich in den bestehenden Gehäusen unterbringen.

**[0007]** Versuchsmessungen haben ergeben, daß zur Erzielung bester Phantomlichtklassen das Sonnenlicht spätestens hinter der Frontscheibe möglichst vollständig abgefangen werden muß, sodaß weder die LED, deren Trägerplatte noch eine zwischengeschaltete Optik von der Sonne beschienen werden können. Diese phantomlichtsenkende Maßnahme darf dabei das Nutzlicht möglichst wenig beeinträchtigen. Bisher bekannte Mittel wie Lamellen- oder Wabeneinsätze arbeiten auf diese Weise, weshalb bisher die Vorschriften auch problemlos erfüllt werden konnten.

**[0008]** Anhand dieser Ausführungen werden nun bekannte Lösungen bewertet.

**[0009]** Eine allgemein schon länger verbreitete Ausführung besitzt eine in die Front der Signalkammer eingesetzte ebene mattschwarze Scheibe, welche zumeist als Leiterplatte ausgeführt und mit einer Spannungsversorgung versehen ist. Sie ist mit einer ausreichenden Zahl einzelner Leuchtdioden in der passenden Lichtfarbe, gleichmäßig über die gesamte Fläche verteilt, bestückt und wird von einer vorgesetzten, transparenten Abdeckscheibe gegen Witterung geschützt, welche oft auch optische Elemente zur Verbesserung der Lichtverteilung enthält. Weiters sind auch einfachere Ausführungen bekannt, wo Leuchtdioden direkt dicht in eine vorteilhafterweise schwarze Trägerplatte eingesetzt werden und deren Anschlüsse in eine passende, dahinterliegende Leiterplatte eingelötet oder frei verdrahtet sind.

**[0010]** Nachteilig bei diesen einfachen Ausführungsformen ist die Notwendigkeit, mangels einer präzisen Lichtführung besonders viele LED verwenden zu müssen, um die Verteilungsvorschriften zu erfüllen, die Erkennbarkeit jeder einzelnen LED insbesondere bei Ausfällen, sowie auch hohes Phantomlicht, welches durch unmittelbares Beleuchten der LED durch die Sonne entsteht. Es kann durch bekannte Mittel nicht beseitigt wer-

den, weil kein paralleles Strahlenbündel vorliegt. Dafür ist die Bautiefe sehr gering.

**[0011]** Weiters sind höherwertige Konstruktionen bekannt, welche auf die Gesamtproblematik genauer eingehen.

**[0012]** Die Patentanmeldung US 5,636,057 (Dick et al.) beschreibt eine Ausführung, bei welcher vor den Leuchtdioden eine Linseplatte angeordnet ist, die auf der den Leuchtdioden zugewandten Seite für jede Leuchtdiode einen Kondensor zur Lichtsammlung und auf der anderen Seite Streulinsen aufweist, welche das Licht wunschgemäß verteilen. Aus Reinigungsgründen muß dieser Linsenscheibe noch eine glatte Abschlußscheibe vorangesetzt werden. Diese Ausführung kommt wegen der effektiven Lichtführung mit relativ wenigen LED aus. Jedoch ist neben den Nachteilen der Erkennbarkeit der einzelnen Leuchtdioden auch hier keine parallele Lichtstrecke für phantomlichtbegrenzende Mittel vorhanden. Schließlich hat auch der den Leuchtdioden zugewandte Kondensor in der Praxis keinen besonders guten Lichtwirkungsgrad. Die Bautiefe ist jedoch ebenfalls gering.

**[0013]** Die Patentanmeldung A 1623/97 (Swarco-Futurit) besitzt ebenfalls eine Linseplatte, auf der vor jeder LED ein Kondensor angebracht ist. In einem größeren Abstand davor befindet sich eine herkömmliche Streuscheibe. Zwischen Linseplatte und Streuscheibe wird das Licht im wesentlichen parallel geführt, sodaß bekannte Phantomlichteinsätze eingesetzt werden können. Der Ausfall einiger LED wird durch leichte Defokussierung sowie einen großen Abstand zwischen Linseplatte und Abschlußscheibe verschleiert. Nachteilig ist, daß die Defokussierung entsprechend höhere Lichtverluste in den Phantomlichteinsätzen erzeugt. Für eine wirkungsvolle Verschleierung wäre jedoch ein so großer Abstand erforderlich, daß der Einsatz in keinen vorhandenen Signalgeber hineinpassen würde. Daher ist in der Praxis das visuelle Erscheinungsbild vor allem bei Teilbestückung beeinträchtigt. Die Bautiefe ist so tief wie möglich gehalten.

**[0014]** Ein verbessertes Erscheinungsbild bieten Neuentwicklungen mit Hochleistungs-LED.

**[0015]** Das internationale Patent unter PCT, WO 98/16777, beschreibt eine Anordnung von wenigen, besonders lichtstarken LED. Sie sitzen in einer bestimmten, kompakten Anordnung auf einer auswechselbaren Platte innerhalb der Brennweite einer vorgesetzten Kondensorlinse in Fresnell-Bauart, welche das Licht bündelt. Eine vorgesetzte Abschlußscheibe verteilt das Licht in der gewünschten Weise.

**[0016]** Diese Bauweise ergibt insbesondere durch die unfokussierte, unscharfe Abbildung der LED-Anordnung eine homogene Lichtverteilung und ein hervorragend gleichmäßiges Erscheinungsbild des Lichtsignals, selbst bei Ausfall einer oder mehrerer LED. Sie besitzt jedoch auch wesentliche Nachteile. Es hat sich gezeigt, daß diese Ausführung nicht allzu hohe Helligkeitsanforderungen erfüllen kann, weil das Licht durch die

Größe der leuchtenden Fläche sowie die unscharfe Abbildung trotz Kondensorlinse eine sehr große Divergenz aufweist. Das Phantomlicht ist außerdem sehr hoch, weil durch dieselben Gründe viel Sonnenlicht auch auf die LED-Anordnung fällt. Mangels einer parallelen Lichtstrecke sind die bekannten phantomlichtsenkenden Einrichtungen nicht verwendbar. Weiters wird in der Praxis das Gehäuse als Kühlkörper verwendet. Da es wegen der besseren Wärmeableitung sowie wegen der Phantomlichtreduzierung schwarz gefärbt ist, wird es bei Sonneneinstrahlung entsprechend aufgeheizt, wodurch die Lichtleistung der LED sinkt. Schließlich ist die Bautiefe relativ hoch.

**[0017]** Die Patentanmeldung A 488/99 (Swarco-Futurit) zeigt eine Möglichkeit zur Verwendung eines Lamelleneinsatzes ohne paralleles Strahlenbündel. Hierbei ergeben sich jedoch für die Anordnung der LED enge Grenzen, insbesondere eine geringe Höhe. Mit einer solchen Anordnung ist zwar ein ausreichend niedriges Phantomlicht erzielbar, aber es ist derzeit nicht möglich, höhere Lichtwerte zu erfüllen, da auf dem zur Verfügung stehenden Platz zu wenig LED aneinandergereiht werden können. Ein weiterer Nachteil besteht in den Einschränkungen der Frontlinsengestaltung bezüglich der Position und der erzielbaren Lichtverteilung, daher besteht auch die Gefahr eines leicht streifenförmigen Erscheinungsbildes. Die Bautiefe ist größer als bei der vorigen Ausführung, weil zusätzlich Lamellen unterzubringen sind. Allerdings wird hier auch eine geneigte Gestaltung der Optik vorgestellt, welche die phantomlichterzeugenden Reflexe der Stufen zwischen den Frontlinsenelementen vermeidet.

**[0018]** Aufgabe der Erfindung ist es, einen LED-Signaleinsatz mit geringer Bautiefe zu entwickeln, der durch den Einbau von phantomlichtsenkenden Mitteln auch die höchsten Phantomlichtklassen erfüllen kann und dabei möglichst wenig Nutzlicht verliert, dessen Lichtverteilung möglichst genau den Verteilungsvorschriften anpassbar ist und damit die höchste Helligkeitsstufe erreicht, sowie mit einem gleichförmigen visuellen Erscheinungsbild, das auch beim Ausfall einiger LED nicht wesentlich beeinträchtigt ist.

**[0019]** Das wird erfindungsgemäß dadurch erzielt, daß in einer Signalgeberoptik, bestehend aus einer LED-Anordnung, einer davor angebrachten Scheibe mit mehreren Kondensoren, einem unmittelbar davor angebrachten Lamellengitter, einer Abschlußscheibe und einem topfartigen Gehäuse, hinter jedem Kondensor vorzugsweise zentral im Abstand der Brennweite zumindest zwei LED in einer horizontalen Reihe angeordnet sind, deren Lichtstrahlen vom Kondensor erfasst, entsprechend den optischen Gesetzen im Vertikalschnitt weitestgehend parallel gerichtet erscheinen und in horizontaler Richtung ein divergentes Lichtbündel mit Hauptstrahlrichtungen, welche der LED-Reihenanzordnung entsprechen, erzeugen.

**[0020]** Signalgeberausführungen mit Kondensoroptik sind bisher prinzipiell in zwei Gruppen einteilbar. Beim



einer Gruppe sitzt vor jeder einzelnen LED ein Kondensor, welcher das Licht sammelt und eine parallele Lichtausrichtung bilden kann, wodurch mit herkömmlichen Mitteln ein ausreichend geringes Phantomlicht erzielt wird. Die erzielbare Helligkeit ist wegen der Parallelität aller Lichtstrahlen extrem groß, damit ist auch jede andere Lichtverteilung exakt erzielbar. Nachteilig ist jedoch eine gewisse Erkennbarkeit einzelner LED insbesondere bei Teilbestückung und LED-Ausfällen, wobei das Erscheinungsbild sehr zu wünschen übrig lässt.

**[0021]** Bei der anderen Gruppe sind alle LED kompakt hinter einem gemeinsamen, großen Kondensor angeordnet, wodurch ein hervorragend gleichmäßiges Erscheinungsbild auch bei LED-Ausfällen erzielt werden kann, es besteht jedoch keine Möglichkeit, das Phantomlicht zu reduzieren, ausgenommen mit einer besonders linearen LED-Anordnung. Doch die derzeit erzielbare Helligkeit neuester LED erfordert unabhängig von der Anordnung eine so große Fläche bzw. eine derart lange Reihenanordnung, daß die hierdurch verursachte Divergenz eine genaue, effektive Lichtanpassung an die Verteilungsvorschriften nicht erfüllen kann. Ein Großteil des Lichts strahlt zwangsläufig in Bereiche mit geringen Helligkeitsanforderungen aus und fehlt dann im Zentrum.

**[0022]** Im Bemühen um Abhilfe versprechen die LED-Hersteller in Zukunft immer hellere LED, doch der Markt benötigt sofort akzeptable Lösungen.

**[0023]** Überraschender Weise wurde bei Simulationsberechnungen entdeckt, dass durch Kombination beider vorherrschenden Systeme eine Summeneigenschaft erzielbar ist, welche alle Anforderungen bezüglich Helligkeit, Erscheinungsbild und Phantomlichtarmut bereits jetzt gleichzeitig erfüllen kann, indem nämlich eine Anordnung von mehreren Kondensoren vorgesehen wird, die das Licht von dahinter angeordneten, kürzeren einzeiligen LED-Reihen im Vertikalschnitt parallel richten und eine entsprechende Divergenz in horizontaler Richtung erzeugen. Da innerhalb der zur Verfügung stehenden Fläche die Anzahl der möglichen Kondensoren dem Quadrat der Durchmesserhältnisse von Kondensorenplatte und Einzelkondensor entspricht, die Divergenz der Lichtabstrahlung einer einzeiligen LED-Reihe aber nur linear mit dem Durchmesser bzw. der Brennweite des vorgesetzten Kondensors zusammenhängt, ist eine Optimierung möglich.

**[0024]** Zuerst wird eine so große horizontale Strahlendivergenz bestimmt, welche in einer Simulationsrechnung eine genaue Nachbildung der gewünschten Lichtverteilung gerade noch zulässt. Hieraus ergibt sich zu einer beliebig angenommenen LED-Anzahl pro Reihe eine zugehörige Kondensorgröße bzw. Brennweite. Es ist nun einsichtig, daß beispielsweise bei einer Halbierung der Reihenlänge bzw. LED-Anzahl pro Reihe und einer Halbierung des Kondensordurchmessers bzw. der Brennweite die Strahlendivergenz gleich bleibt, die mögliche Anzahl der Kondensoren vervierfacht sich jedoch, daher ist in Summe viermal die halbe, also ins-

gesamt die doppelte LED-Anzahl möglich. Damit wird aber auch die Helligkeit des Signales bei unveränderter optimaler Anpassung an die Verteilungsvorschriften verdoppelt. So kann durch Variation der Länge der LED-Reihen und Kondensorenanzahl eine Optik mit maßgeschneiderten Eigenschaften innerhalb der Systemgrenzen (mindestens 2 Kondensoren, mindestens 2 LED pro Kondensor) aufgebaut werden.

**[0025]** Weil eine Reihe aus mindestens zwei LED bestehen muss, ist bei Ausfall einer LED noch immer zumindest die halbe Helligkeit beim betroffenen Kondensor vorhanden. Es ist Aufgabe der Streuelemente in der Frontscheibe, dieses Lichtloch durch Verwendung der Lichtstrahlen der benachbarten LED und durch divergente Lichtstrahlen der benachbarten Kondensoren weitgehend unkenntlich zu machen. Im Gegensatz zur bekannten Ausführung PCT, WO 98/16777 mit unfokussierter Anordnung erfolgt hier diese Lichtstreuung erst in der Frontscheibe, weshalb die Funktion der Lamellen nicht beeinträchtigt ist.

**[0026]** Die Verschaltung der LED erfolgt dermaßen, dass bei Kurzschluss oder Unterbrechung durch eine einzelne schadhafte LED die mitbetroffenen LED in unterschiedlichen Reihen und möglichst weit voneinander entfernt angeordnet sind, sodaß in jeder Reihe nur maximal eine LED gleichzeitig ausfallen kann.

**[0027]** Weitere Voraussetzung für ein gutes Erscheinungsbild ist, dass die Kondensoren lückenlos aneinander grenzen und eine möglichst gleiche Helligkeit in allen Zonen aufweisen. Das kann innerhalb gewisser Grenzen und in Abstimmung mit der vorhandenen Lichtverteilung der LED durch konstruktive Maßnahmen nach optischen Gesetzen wie beispielsweise ein gekrümmter Aufbau des Kondensors, unterschiedliche Wandstärken und Breiten der einzelnen Fresnelringe sowie zusätzliche optische Strukturen an Ein- oder Austrittsfläche, welche die horizontale Divergenz der Hauptstrahlrichtungen vergleichmäßigen oder verändern, geschehen. Insbesondere können am Rand der Kondensorplatte dunkle Zwickel zwischen den Kondensoren durch Beschneidung des Randbereichs oder Verschieben einzelner Kondensorpositionen vermieden werden. Diese Randverluste sind bei einer höheren Kondensoranzahl im Verhältnis kleiner, da ein geringerer Anteil der Kondensoren davon betroffen ist.

**[0028]** In der geschilderten Weise lässt sich somit ein Signalgeber herstellen, der sowohl eine große Helligkeit durch eine genau angepasste Lichtverteilung als auch die Möglichkeit zur Phantomlichtabsenkung besitzt und der selbst nach Ausfall einiger LED noch immer ein akzeptables Erscheinungsbild bietet.

**[0029]** Fig. 1 a zeigt eine Ausführungsform der Erfindung im geschnittenen Grundriss, Fig. 1b im geschnittenen Aufriss und Fig. 1 c in Seitenansicht, Fig. 2 eine Ausführungsvariante im Vertikalschnitt.

**[0030]** Auf einer Leiterplatte (1) sind LED (2) in Form von horizontalen Reihen (3) in einem Hexagonalraster angeordnet. Diesen ist eine transparente Kondensor-

platte (4), auf welcher lückenlos untereinander gleiche Kondensoren (5) in Fresnelbauweise angeordnet sind, im Abstand der Brennweiten (F) vorgesetzt. Die Zentren der Kondensoren (5) sind bezüglich der Mitte der LED-Reihen (3) ausgerichtet. Der Durchmesser der Kondensoren (5) ist so gewählt, dass die Lichtbündel (6) der LED (2) möglichst vollständig von den Kondensoren (5) erfasst werden. Durch den Brennweitenabstand (F) werden die Lichtbündel (6) im vertikalschnitt des Aufrisses parallel ausgerichtet, in horizontaler Richtung (Grundriss) ergibt sich die Divergenz (D). Vor der Kondensorplatte (4) befindet sich ein Lamellengitter mit horizontalen Lamellen (7). Sie sind so angebracht und dimensioniert, dass sie das Nutzlicht in bekannter Weise weitgehend unbehindert durchlassen, jedoch von schräg oben einfallendes Sonnenlicht auf ihrer schwarzmaten Oberseite absorbieren. Die Optik wird vorne von einer Streuscheibe (8) abgeschlossen, welche aussen glatt ist und innen in bekannter Weise eine Anordnung von Streuelementen (8a) zur Erzielung der vorgeschriebenen Lichtverteilung aufweist. Hinten positioniert ein Gehäuse (9) Kondensorplatte (4) und Leiterplatte (1) zueinander. Es weist Durchbrüche (10) auf, durch welche die LED (2) ihr Licht senden. Die Leiterplatte (1) dichtet an Ihrem Umfang (1a) mit einem Gehäuserand (9a) ab. Der Seitenriss zeigt, dass die Kondensoren (5) am Rand abgeschnitten sind, sodass die Zwickel (11) zwischen benachbarten Kondensoren (5), welche zwangsläufig etwas dunkler sind, nicht mehr störend auffallen.

**[0031]** Die Leiterplatte (1) besitzt einen wärmeverteilenden und stabilisierenden Träger, beispielsweise ein Aluminiumblech, dessen Rückseite frei liegt. Dort kann zur Verbesserung der Wärmeabfuhr und Steigerung der Lichtausbeute eine Oberflächenbeschichtung, ein Kühlkörper oder ein Peltier-Element angebracht werden.

**[0032]** Die Leiterplatte (1) ist so auf eine beliebige Weise mit dem Gehäuse (9) verbunden, dass sie im Störfall leicht ausgewechselt werden kann.

**[0033]** Wird der Signalgeber ohne Lamellen (7) verwendet, können Sonnenstrahlen eindringen. Deshalb besitzt das Gehäuse (9) innen eine schwarzmatte Oberfläche, welche einfallendes Sonnenlicht absorbiert. Insbesondere deckt der Gehäuseboden mit den Durchbrüchen (10) die Leiterplatte (1) vollständig ab, welche glänzende und spiegelnde Oberflächen wie blanke Leiterbahnen, Löt pads, weitere Bauteile etc. aufweisen kann, ausserdem wird hierdurch deren Aufheizung durch Sonnenstrahlung verhindert, wodurch Lichtausstoß und Lebensdauer verbessert werden.

**[0034]** Wie Fig. 1a zeigt, bildet jede LED (2a, 2b, 2c) einer Reihe (3) durch die Kondensoren (5) eine Hauptstrahlrichtung (12a, 12b, 12c), wodurch die gesamte Divergenz (D) bestimmt wird, dazwischen befinden sich nur unbedeutende Streulichtstrahlen. Ein aus allen Beobachtungsrichtungen gleichmäßiges Erscheinungsbild erfordert daher auch eine horizontale Mindeststreuung der Frontscheibe (8), welche den Winkelwert (S)

zwischen benachbarten Hauptstrahlrichtungen beträgt.

**[0035]** Ein LED-Ausfall, beispielsweise (2a), bewirkt, dass der betroffene Kondensor (5), aus der entsprechenden Hauptstrahlrichtung (12a) betrachtet, dunkel bleibt, während er aus den anderen Beobachtungsrichtungen unvermindert hell erscheint. Dieser Erscheinung kann begegnet werden, indem ein wesentlicher Lichtanteil mit einer gleichmäßig über die Frontscheibe (8) verteilten Vielzahl von Linsenelementen (8a) zumindest um den doppelten Winkel zweier benachbarter Hauptstrahlrichtungen ( $2 \times S$ ) gestreut wird, dann strahlt die Frontscheibe (8) an der betreffenden Stelle auch Licht der benachbarten LED (2b) ab.

**[0036]** In der Praxis sind für einen Großteil der Streuelemente (8a) wesentlich größere Streuwinkel erforderlich, was das visuelle Erscheinungsbild generell verbessert. In der eingangs durchzuführenden Lichtsimulation zur Bestimmung der maximal zulässigen Divergenz (D) können die Streuwinkel aller Linsenelemente (8a) bezüglich dieser beiden Mindestwinkel (S) und ( $2 \times S$ ) überprüft und bedarfsweise geändert werden.

**[0037]** Die geschilderte Ausführung weist weitere Gestaltungsmöglichkeiten auf, welche bereits in der Patentanmeldung A 488/99 (Swarco-Futurit) ausgeführt sind und einerseits das Nutzlicht erhöhen, andererseits das Phantomlicht absenken. Dargestellt ist die Linsengruppe (13), welche unmittelbar vor jeder LED-Reihe (3) sitzt und die Lichtabstrahlung (6) der LED (2) genau auf den zugehörigen Kondensor (5) abstimmt.

**[0038]** Weiters gehören hierzu die auf der Kondensorplatte (4) den LED (2) zugewandten Sammellinsen, welche einen Lamelleneinsatz ohne Lichtverluste erlaubt, sowie insbesondere der Aufbau mit geneigter optischer Achse, welcher eine Frontlinsengestaltung ohne Stufen zwischen den Streuelementen (8a) und damit geringere Phantomlichtreflexe ermöglicht.

**[0039]** Fig. 2 zeigt diese Neigung der Achse, welche in der Regel durch leichtes Verschieben der LED-Reihen (3) aus dem Kondensorzentrum nach oben erfolgt. Hierdurch neigen sich auch die parallelen Lichtstrahlen nach unten. Die Lamellen (7) sind an den Lichtverlauf neu ausgerichtet worden. Die gestreuten Lichtstrahlen (14) zeigen den üblichen Bereich der Lichtverteilung.

**[0040]** Die dezentrale Anordnung der LED (2) auf der Leiterplatte (1) bringt nicht nur Platzvorteile in der Verschaltung, bei Sicherheitsabständen oder der Wärmeabfuhr, sie ermöglicht vor allem auch eine flache Bauweise.

**[0041]** Selbstverständlich sind auch andere Gestaltungsmöglichkeiten gegeben. Insbesondere können die Kondensoren unterschiedliche Größen und Brennweiten aufweisen, die LED-Zahl pro Reihe kann unterschiedlich sowie bei manchen Kondensoren auch eins sein, um unterschiedlich helle Signalgeber zu verwirklichen oder um eine Verbesserung der Helligkeit der LED einfließen zu lassen. Auch eine Mischung mit anderen Bauteilen wie Sensoren, Spannungsversorgung, Überwachungsbausteinen etc. kann auf der Leiterplatte er-

folgen. Es können auch mehrere Leiterplatten vorgesehen sein.

### Patentansprüche

1. Signalgeberoptik, bestehend aus einer LED-Anordnung, einer in einem Abstand davor angebrachten, aus transparentem Material bestehenden Platte (4), welche eine Mehrzahl von zumeist in Fresnell-Bauweise ausgeführten Kondensoren (5) mit Brennweiten (F) aufweist, einem unmittelbar davor angebrachten Lamellengitter (7) und einer transparenten, außen vorzugsweise glatten Frontscheibe (8), sowie einem topfartigen Gehäuse (9), **dadurch gekennzeichnet, dass** hinter jedem Kondensor (5) vorzugsweise zentral im Abstand der Brennweite (F) zumindest zwei LED (2) in einer horizontalen Reihe (3) angeordnet sind, deren Lichtstrahlen (6) von diesem erfasst, entsprechend den optischen Gesetzen im Vertikalschnitt möglichst parallel gerichtet werden und in horizontaler Richtung ein divergentes Lichtbündel mit Hauptstrahlrichtungen (12a, 12b, 12c), welche der LED-Reihenanzordnung (2a, 2b, 2c) entsprechen, erzeugen.
2. Signalgeberoptik nach Anspruch 1), dadurch gekennzeichnet, dass die LED-Reihen (3) innerhalb des Durchmesserbereichs des zugehörigen Kondensors (5) enden.
3. Signalgeberoptik nach Anspruch 1) oder 2), dadurch gekennzeichnet, dass die Kondensoren (5) vorzugsweise in einem hexagonalen, rechteckigen oder quadratischen Raster oder insbesondere im Randbereich (11) der Kondensorplatte (4) auch beschnitten oder unregelmäßig angeordnet sind und lückenlos aneinandergrenzen (Fig. 1c).
4. Signalgeberoptik nach Anspruch 1), 2) oder 3), dadurch gekennzeichnet, dass jeder Kondensor (5) durch Wölbung, Wandstärke, Anzahl und Breite der Fresnelringe so mit der Lichtabstrahlcharakteristik der LED (2) abgestimmt ist, dass seine Lichtaustrittsfläche von der Mitte bis zum Rand aus den Hauptstrahlrichtungen (12a, 12b, 12c) möglichst gleich hell erscheint.
5. Signalgeberoptik nach einem oder mehreren Ansprüchen 1) bis 4), dadurch gekennzeichnet, dass alle Kondensoren (5) in einer Ebene angeordnet sind und die gleiche Brennweite (F) aufweisen.
6. Signalgeberoptik nach einem oder mehreren Ansprüchen 1) bis 5), dadurch gekennzeichnet, dass sich alle LED (2) auf einer ebenen, gemeinsamen Leiterplatte (1) befinden.

7. Signalgeberoptik nach einem oder mehreren Ansprüchen 1) bis 6), dadurch gekennzeichnet, daß jeder LED-Reihe (3) eine aus transparentem Material vorzugsweise einstückig hergestellte Linsengruppe (13) gleicher Baugröße unmittelbar vorgesetzt ist, welche die Lichtabstrahlung jeder LED (2a, 2b, 2c) möglichst vollständig erfasst und genau auf den zugehörigen Kondensor (5) ausrichtet.
8. Signalgeberoptik nach einem oder mehreren Ansprüchen 1) bis 7), dadurch gekennzeichnet, dass die LED (2) so verschaltet und/oder angeordnet sind, dass alle durch eine schadhafte LED mitbetroffenen LED sich jeweils in unterschiedlichen Reihen (3) befinden.
9. Signalgeberoptik nach einem oder mehreren Ansprüchen 1) bis 8), dadurch gekennzeichnet, dass der Gehäuseboden zwischen Leiterplatte (1) und Kondensorplatte (4) angeordnet ist, an den Stellen der LED-Reihen (3) passende Durchbrüche (10) aufweist und mattschwarz ist und/oder eine lichtabsorbierende Oberflächengestaltung aufweist.
10. Signalgeberoptik nach Anspruch 9), dadurch gekennzeichnet, dass die Durchbrüche (10) im Gehäuseboden durch die Leiterplatte (1) abgedichtet werden.
11. Signalgeberoptik nach Ansprüchen 9) oder 10), dadurch gekennzeichnet, daß die Leiterplatte (1) positionsgenau und auswechselbar auf dem Gehäuse (9) gehalten wird.
12. Signalgeberoptik nach einem oder mehreren Ansprüchen 1) bis 11), dadurch gekennzeichnet, dass die Leiterplatte (1) in SMD-Technik ausgeführt ist.
13. Signalgeberoptik nach Anspruch 12), dadurch gekennzeichnet, dass die Leiterplatte (1) ein Verbundwerkstoff mit einem guten Wärmeleiter ist.
14. Signalgeberoptik nach Ansprüchen 12) oder 13), dadurch gekennzeichnet, dass auf der Rückseite der Leiterplatte (1) ein Kühlkörper oder ein Peltier-Element aufgesetzt ist oder die Wärmeabfuhr durch eine geeignete Oberflächengestaltung verbessert wird.
15. Signalgeberoptik nach einem oder mehreren Ansprüchen 1) bis 14), dadurch gekennzeichnet, dass sich die verteilungsbestimmenden Streuelemente (8a) auf der Innenseite der Frontscheibe (8) befinden.
16. Signalgeberoptik nach einem oder mehreren Ansprüchen 1) bis 15), dadurch gekennzeichnet, dass die Streuelemente (8a) der Frontscheibe (8) in ho-

horizontaler Richtung zumindest eine solche Lichtstreuung aufweisen, die dem Winkel (S) zweier benachbarter Hauptstrahlrichtungen (12) entspricht und ein wesentlicher, gleichmäßig verteilter Anteil der Streuelemente (8a) wenigstens die doppelte Lichtstreuung aufweist. 5

17. Signalgeberoptik nach einem oder mehreren Ansprüchen 1) bis 16), dadurch gekennzeichnet, daß das Lamellengitter (7) nur bei Bedarf vorhanden und nachträglich einsetzbar ist. 10

15

20

25

30

35

40

45

50

55



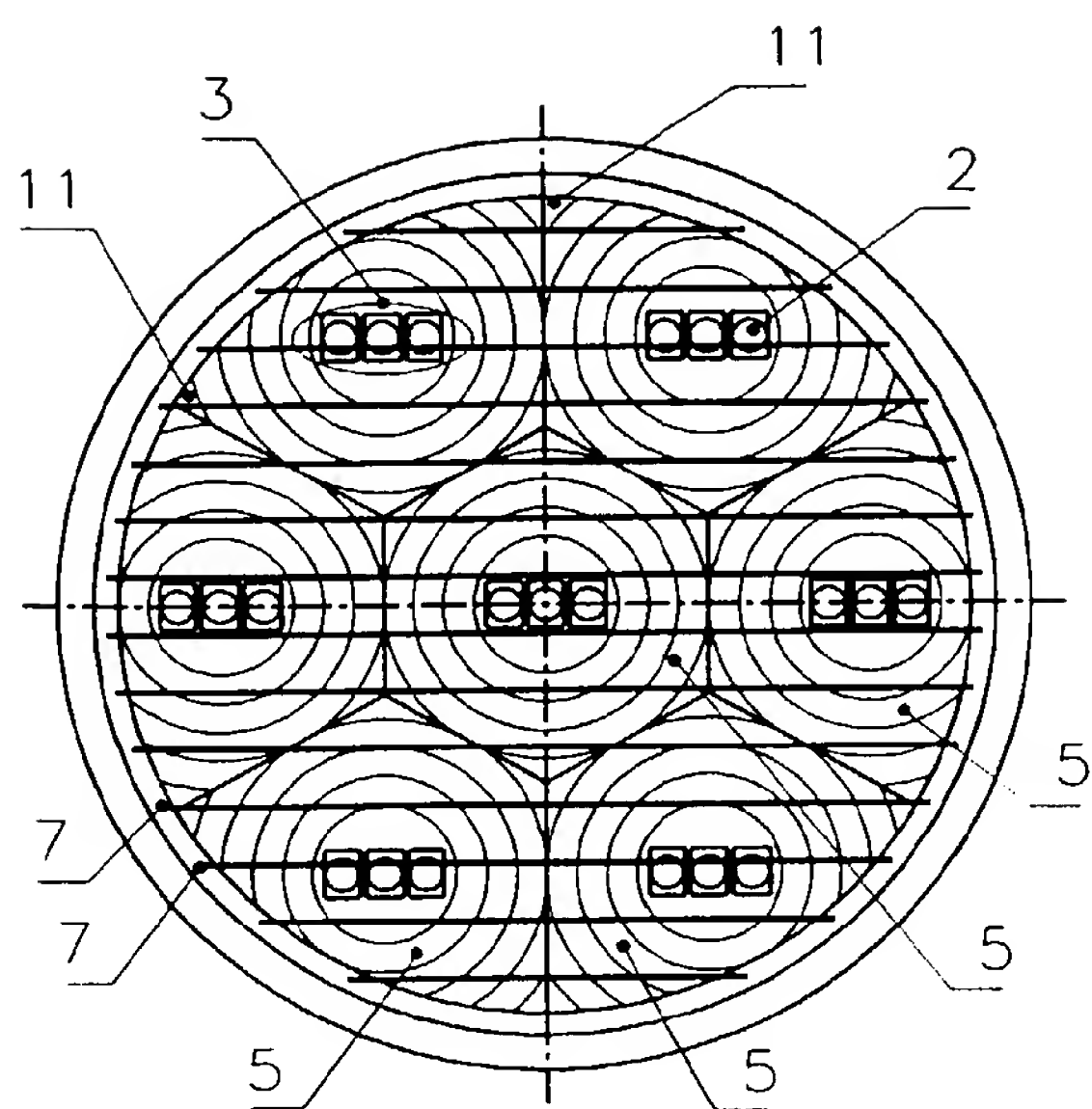


Fig. 1c

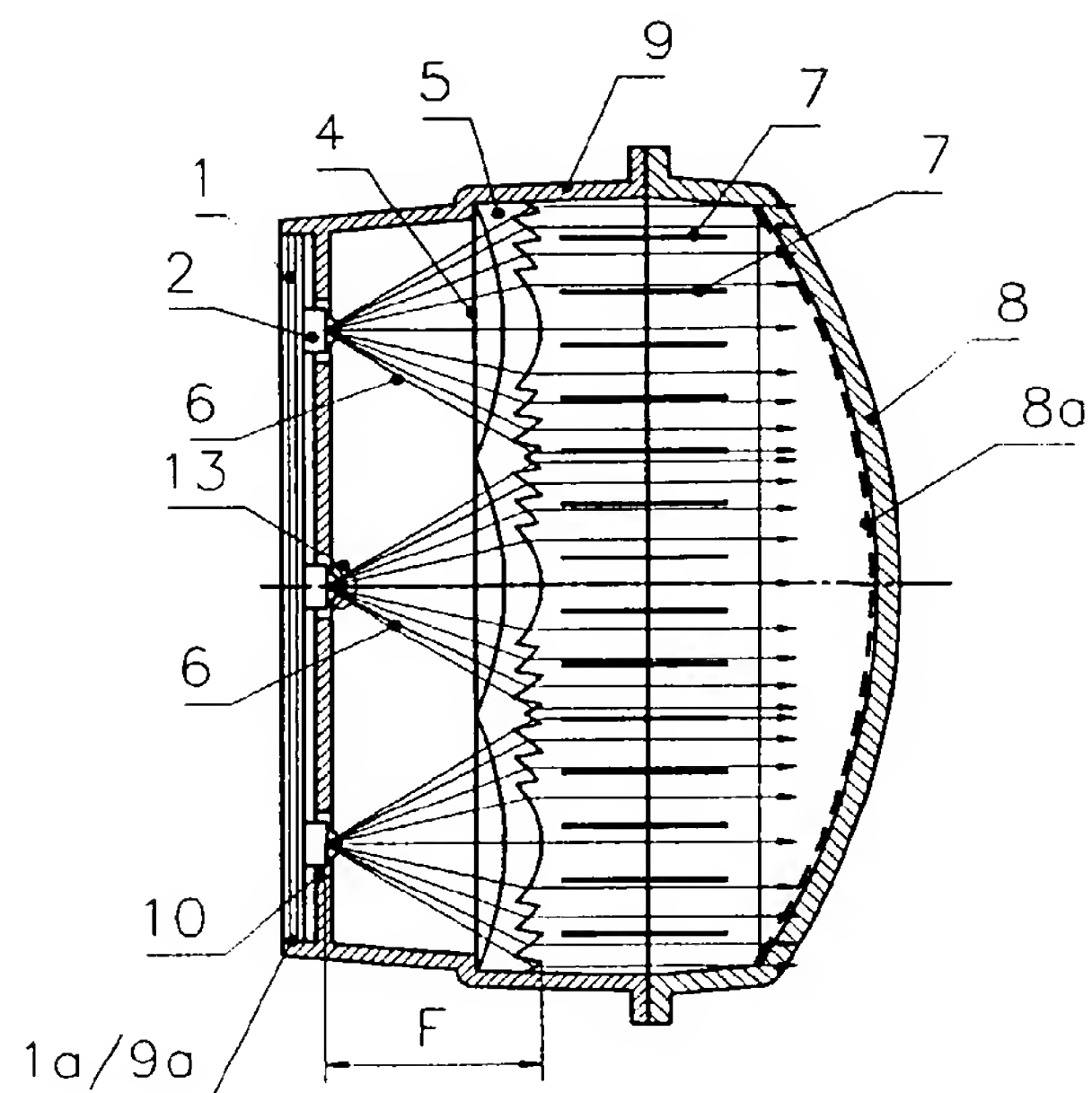


Fig. 1b

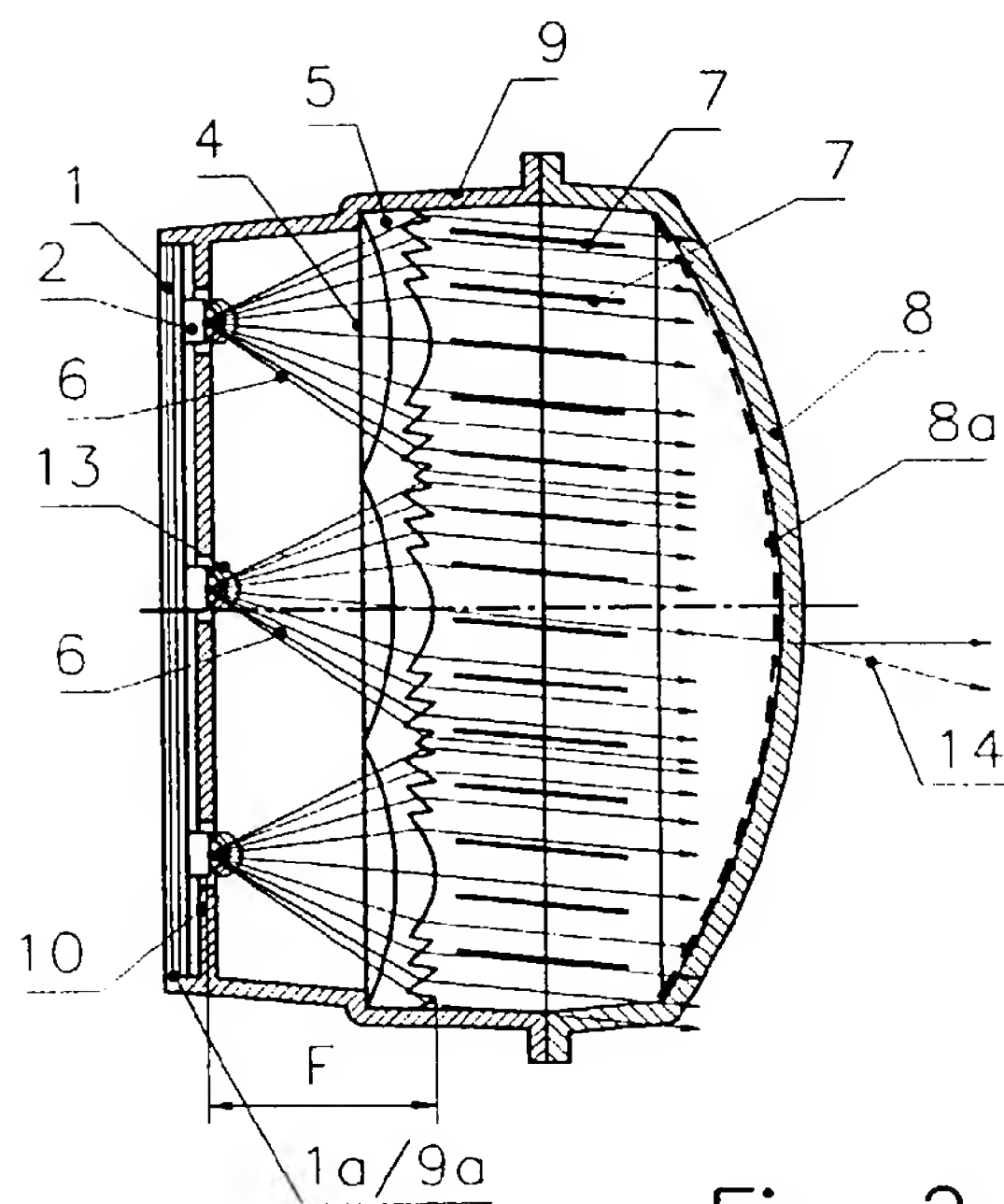


Fig. 2

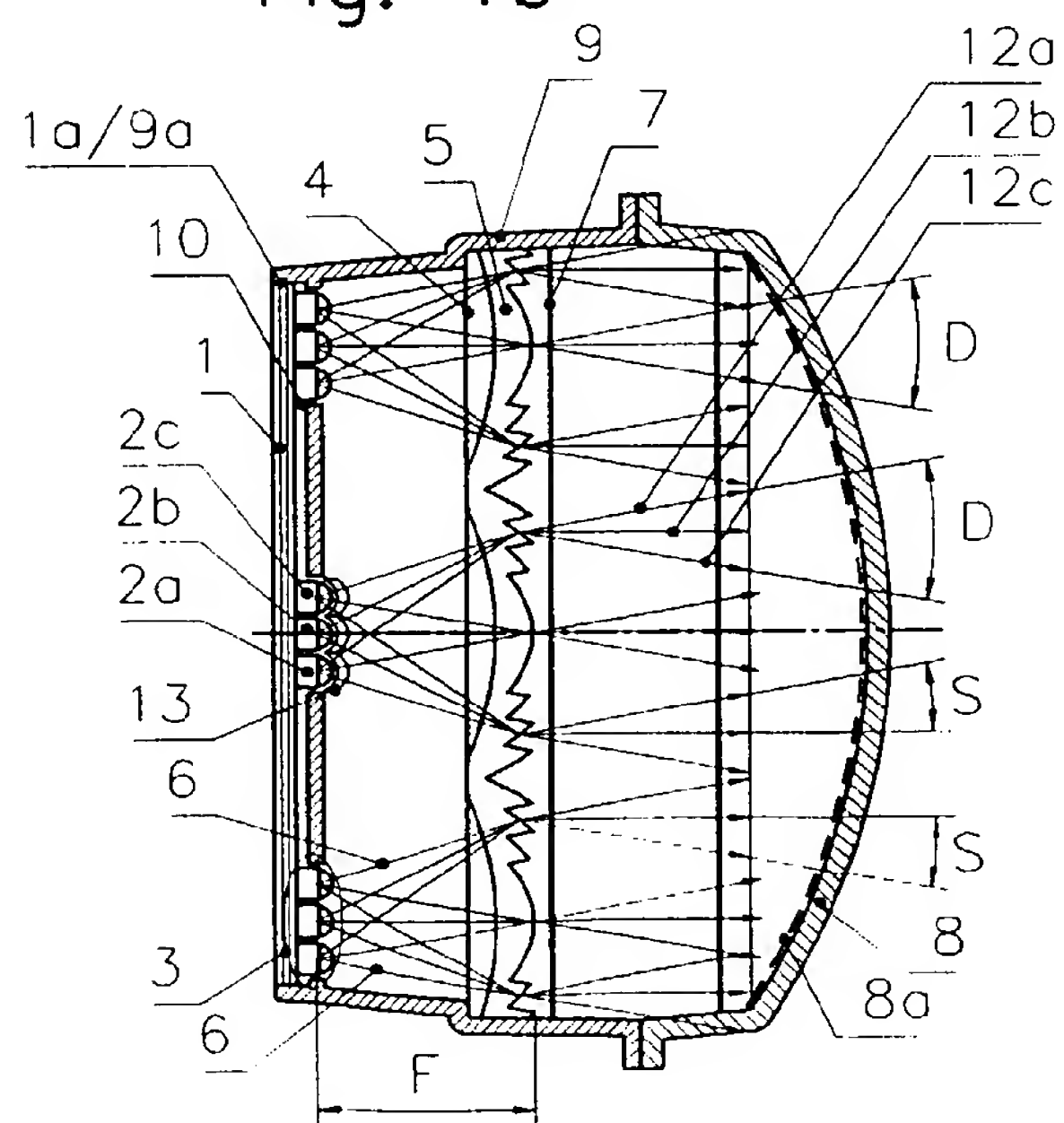


Fig. 1a